

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023230

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 11/10

(21)Application number : 11-197587

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 12.07.1999

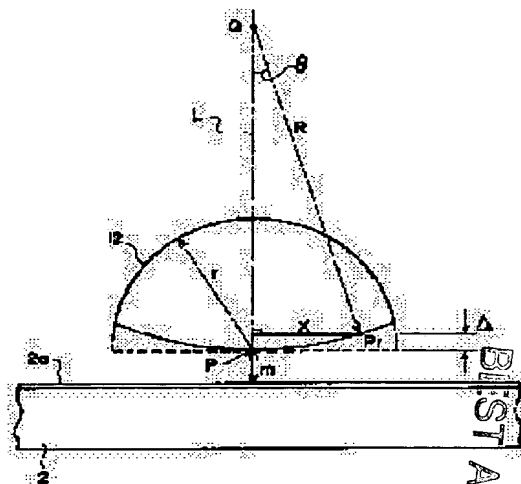
(72)Inventor : OSAWA HISAO

(54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head and an optical recording reproducing device in which the gap distance between a solid immersion lens which forms a condensed light spot and a recording medium can be properly maintained and the production cost can be reduced.

SOLUTION: A solid immersion lens 12 is disposed in the proximity of a recording film 2a of a magneto-optical disk 2, and an objective lens 13 to condense recording and reproducing light emitted by a light source onto the solid immersion lens 12 is disposed above the solid immersion lens 12 to constitute an optical head 10. The bottom of the solid immersion lens 12 is molded into a spherical form which is convex downward.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録再生光を射出する光源と、記録媒体の記録膜に近接する位置に配設された固体浸レンズと、前記固体浸レンズの上側に配設されて前記光源からの記録再生光を前記固体浸レンズに集光させる対物レンズとを有し、前記固体浸レンズの底面が、下方に凸の球面形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ヘッド。

【請求項 2】 記録媒体を保持して平面運動させる媒体駆動機構と、請求項 1 に記載の光ヘッドと、この光ヘッドを保持するヘッドアームと、前記光ヘッドを前記記録媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるように前記ヘッドアームを駆動するアーム駆動機構とを有してなることを特徴とする光記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光によって記録媒体に情報を記録再生する光記録再生装置及びこの光記録再生装置に用いられる光ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光を用いて記録媒体に情報を記録再生する装置には、記録媒体に設けられた記録膜の光磁気変化や結晶相変化を利用するもの等がある。ここで、記録膜の光磁気変化を利用するものでは、レーザー光照射によりキュリー点以上に昇温させた記録膜の部分に外部から磁界を印加してその部分の磁化を反転させることにより記録を行い、磁化カー効果による反射光の偏光角の回転を検出して再生を行う。一方、記録媒体の結晶相変化を利用するものでは、レーザーの熱で記録膜を結晶状態から非結晶状態へ、またその逆へと相変化を生じさせて記録を行い、結晶部と非結晶部の反射率が異なることを利用して再生を行う。

【0003】 このような光記録再生装置において、記録密度を高めて記録媒体の記録容量を大きくするためには、記録膜上に形成されるレーザーの集光スポット径を小さくする必要がある。ここで、集光スポット径は $K \cdot \lambda / NA$ (λ : 光波長、 NA : 対物レンズの開口数、 K : 定数) で求められることが知られており、集光スポット径を小さくするには光波長 λ を小さくするか、若しくは対物レンズの NA を大きくすればよいことになる。ここで光波長 λ は、小型の半導体レーザーで 400 nm 程度のものも実用化されつつあるが、寿命が短いことや生産性の点で難点があり、現状ではまだ装置に組み込めるほどのレベルには達していない。

【0004】 一方、対物レンズの集光部に固体浸レンズ (SIL: Solid Immersion Lens) を設けて合成 NA を大きくしたものもある。これによれば対物レンズのみで 0.45~0.60 程度である NA を 1.2~1.6 程度にまで大きくすることが可能である。図 6 (a) には

半球型の固体浸レンズを用いた光ヘッドの構成例を示しており、記録媒体 102 の記録膜 102a に近接して設けられたスライダ 111 (スライダ 111 の駆動機構の図示は省略する) の空隙 111a に対物レンズ 113 及び固体浸レンズ 112 が設けられている。光源から射出された光は対物レンズ 113 において集光され、固体浸レンズ 112 の底面に集光スポットが形成される。このように半球型の固体浸レンズ 112 の場合、合成 NA は (対物レンズの NA) \times (固体浸レンズ材料の屈折率 n) となる。このため、例えば $NA = 0.6$ 及び $n = 2.0$ であれば合成 NA は 1.2 となり、集光スポット径は定数 K を 0.6 とし、光波長 630 nm に対して約 320 nm、光波長 400 nm に対して約 200 nm とすることができる。

【0005】 図 6 (b) は超半球型の固体浸レンズ 212 を用いた場合の例であり、このとき合成 NA は (対物レンズの NA) \times (固体浸レンズ材料の屈折率 n)² となる。このため例えば $NA = 0.6$ 及び $n = 2.0$ であれば合成 NA は 2.4 となり、集光スポット径は定数 K を 0.6 とし、光波長 630 nm に対して約 160 nm、光波長 400 nm に対して約 100 nm とすることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 このように、合成 NA を大きくすることにより集光スポット径を小さくして記録密度を高くすることは可能であるが、上記装置のように合成 NA が 1 を越える場合には、固体浸レンズの底面に集光した光の一部又はほとんどが固体浸レンズの底面内側で全反射を起こし、固体浸レンズの底面下方ではエネルギーが微弱ないわゆるエバネッセント波となる。このため固体浸レンズと記録媒体表面との離間距離をあまり大きくすることはできず、一般には光波長よりも短くなるように設定される。この離間距離は、上記のように光波長が 630 nm、400 nm である場合には 50 nm 以下となる。

【0007】 しかしながら、直径約 1 mm の大きさの固体浸レンズを 50 nm 以下という微小間隔で記録媒体に近接させ、且つ記録再生の動作中にもこれを保持させるには高い精度で工作・組立が行われる必要がある。このため固体浸レンズと記録媒体との平行度は、レンズ中央部と記録媒体表面との距離が 50 nm 程度まで接近したときでもレンズの端部が記録媒体に接触しない程度に保たれる必要があることから、両部材 (固体浸レンズ及び記録媒体) に許容される相対傾き角 θ は近似的に (固体浸レンズの中央と記録媒体との離間距離) / (固体浸レンズの半径) r rad 以下となる。これは、例えば固体浸レンズの直径が 1 mm である場合には、 $50 \text{ nm} / 0.5 \text{ mm} = 0.1 \text{ mrad}$ 以下となる。このように固体浸レンズを用いた光記録再生装置の光ヘッドには非常に高い工作・組立精度が要求され、コストアップの原因とな

っていた。

【0008】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、集光スポットを形成する固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ、製作コストを低減することが可能な光ヘッド及び光記録再生装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明に係る光ヘッドは、記録再生光を射出する光源（例えば、実施形態における光照射装置5）と、記録媒体（例えば、実施形態における光磁気ディスク2）の記録膜に近接する位置に配設された固体浸レンズと、固体浸レンズの上側に配設されて光源からの記録再生光を固体浸レンズに集光させる対物レンズとを有しており、固体浸レンズの底面が、下方に凸の球面形状に形成されている。

【0010】集光スポットを形成する固体浸レンズは記録媒体表面に対して平行に、且つ極近接するようにして設けられるが、本発明においては固体浸レンズの底面が記録再生光の光軸付近（固体浸レンズの中心部）ほど下方に突出した形状になっているので、両部材（固体浸レンズ及び記録媒体）が非平行状態になった場合であってもレンズの周辺部が記録媒体表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズの底面が平面である従来の場合よりも両部材は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ両部材の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができるので、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。

【0011】また、本発明に係る光記録再生装置は、記録媒体を保持して平面運動させる媒体駆動機構（例えば、実施形態におけるスピンドルモータ1）と、上記光ヘッドと、この光ヘッドを保持するヘッドアームと、光ヘッドを記録媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるようにヘッドアームを駆動するアーム駆動機構（例えば、実施形態におけるボイスコイルモータ3）とを有して構成されるが、上記の光ヘッドを用いることにより製作コストを低減することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。本発明に係る光ヘッドを備えた光記録再生装置を図1及び図2に示しており、この光記録再生装置は、スピンドルモータ1により回転駆動される光磁気ディスク2の記録膜2aの上に近接して位置する光ヘッド10と、この光ヘッド10を保持するヘッドアーム4と、このヘッドアーム4を回動させるためのボイスコイルモータ3と、記録再生レーザー光を照射する光照射装置5とを有して構成される。

【0013】光ヘッド10はスライダ11を備えており、スライダ11は回転する光磁気ディスク2上面の記

録膜2aの上に位置し、空気ベアリング効果により記録膜2aから一定微小距離だけ浮上した状態となる（すなわち、フライングヘッドを構成する）。ヘッドアーム4は、ボイスコイルモータ3に繋がれて回転駆動される回転軸4aと、この回転軸4aの上端から水平に延びたアーム部4bと、アーム部4bの先端において光ヘッド10の上下の移動を許容するようにして支持するサスペンション部4cとから構成される。ボイスコイルモータ3により回転軸4aが回転駆動されるとアーム部4bが水平に揺動移動され、光ヘッド10を光磁気ディスク2の回転方向に対してほぼ直角方向（図2における矢印A方向）に移動させて光ヘッド10が光磁気ディスク2の記録膜2a上で走査される。すなわち、ボイスコイルモータ3によりトラッキング制御が行われる。

【0014】光ヘッド10のスライダ11内には、上方に広がる円形テーパ状の空隙11aが形成されており、この空隙11aの下部にはガラス材料で作成された固体浸レンズ12が配設され、空隙11aの上部には同じくガラス材料で製作された対物レンズ13が配設されている。スライダ11の上方にはスペーサ14を介してマイクロプリズム15が配設され、その反射面15aには高反射膜16が設けられている。このマイクロプリズム15が微動アクチュエータ20を介してヘッドアーム4のサスペンション部4cに繋がれている。なお、上記空隙11aを透明若しくは光透過性を有する材料で充填させてもよい。

【0015】図3に示すように、固体浸レンズ12は上方に凸の半径rの半球型部材の底面を下方に凸の球面状に整形して得られる形状に形成されている。ここで底面の球面形状は、上記半球型部材の中心P（この点Pは結果的に固体浸レンズ12の最下点となる）を通る垂線L（これは半球型部材の光軸に一致する）の上方に設定した点Qを中心とし、且つ線分PQ（＝Rとする。R>r）を半径とする球面の一部として与えられる。なお、この固体浸レンズ12はモールドにより製作される。

【0016】図4には微動アクチュエータ20を拡大して示している。この微動アクチュエータ20は平行平板型であり、具体的にはサスペンション部4cと接合される第1基板21に設けられた固定ブロック23及び可動ブロック24とを有して構成され、両ブロック23、24は互いに平行に延びて対向する多数の平行平板を有している。これら平行平板間に電圧を印加することにより静電力を働かせ、固定ブロック23に対して可動ブロック24を平行平板と直角な方向（矢印B方向）に微動させて、細かな且つ高精度な移動制御ができるようになっていく。

【0017】可動ブロック24は更に、平板部22を介してマイクロプリズム15と接合されており、このため平行平板間に電圧を印加して可動ブロック24を微動させれば、サスペンション部4cに対して光ヘッド10を

矢印B方向に微動させることができる。なお、この矢印B方向は、ボイスコイルモータ3による光ヘッド10の走査のための移動方向Aと同一の方向である。

【0018】ヘッドアーム4の回転軸4aには光照射装置5に斜めに対向して反射ミラー6が配設されており、光照射装置5から照射される記録再生レーザー光は、図1及び図2に鎖線R1、R2で示すように反射ミラー6により反射されてマイクロプリズム15に導かれる。このようにしてマイクロプリズム15に導かれた記録再生レーザー光はマイクロプリズム15の反射面15aの高

反射膜16により反射された後、対物レンズ13により回折限界まで絞り込まれるように集光されて固体浸レンズ12に入射される。

【0019】以上のような構成の光記録再生装置の作動を説明する。まず、光磁気ディスク2をスピンドルモータ1により所定の速度で回転させる。このとき、ヘッドアーム4のサスペンション部4cに支持されて光磁気ディスク2上面の記録膜2a上に配置された光ヘッド10は、空気ベアリング効果によりスライダ11が記録膜2aから微小距離だけ浮上した状態となる。この状態で光照射装置5から記録再生レーザー光を照射すると、この光は鎖線R1、R2で示すように反射ミラー6により反射されてマイクロプリズム15に入射する。そして、マイクロプリズム15の反射面15aで反射された後、対物レンズ13により集光されて固体浸レンズ12に入射して集束する。これにより固体浸レンズ12の底面に集光スポットが形成される(図3参照)。

【0020】ここで、光磁気ディスク2は定速回転で駆動されているためスライダ11の浮上量は常に一定であり、このため光磁気ディスク2の記録膜2aと固体浸レンズ12の底面との距離は常に適正な値に保たれる。このため、集光スポットは常に光磁気ディスク2の記録膜2a上に位置させることが可能であり、従来のようにフォーカシング機構を設ける必要はない。

【0021】記録膜2aのうち集光スポットが当たっている部分の温度は局部的に高くなるが、これがキュリー点以上の温度に高められた状態で外部から磁界を印加するとその部分の磁化が反転し、情報が記録(若しくは消去)される。磁界の印加は固体浸レンズ12の近傍に設けられた電磁コイル(図示せず)に通電することにより行われるが、通電電流の向きを変えることにより印加する磁界の方向を切り換えることが可能である。なお、印加する(電磁コイルにより発生する)磁界の方向は記録膜2aに対して垂直な方向である。一方、情報の再生には磁気カー効果を検出する装置が用いられ、上記光記録再生装置にもそのような装置が設けられているが、これらについては周知であるので図示及びその説明は省略する。

【0022】このような情報の記録再生は、光磁気ディスク2の回転に対応して光ヘッド10を光磁気ディスク

2の半径方向に移動させて(走査して)行われ、この光ヘッド10の走査すなわちトラッキングは、ヘッドアーム4の根本に配置されたボイスコイルモータ3によりヘッドアーム4を回転させて行われる。但し、ここではボイスコイルモータ3は粗動サーボとして用いられ、ヘッドアーム4の比較的低速成分の制御を司る。すなわち、ボイスコイルモータ3によるトラッキングの制御精度には限界があり細かなトラッキング制御は難しいためこれを粗動サーボ制御に用い、粗動サーボ制御では追いきれない微小で高速な成分の制御は、微動アクチュエータ20により微動サーボをかけることで行う。

【0023】ここで、固体浸レンズ12の底面は前述したように下方に凸の球面形状に形成されているため、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2との平行度のずれが生じた場合であっても固体浸レンズ12の周辺部がディスク2に極端に近接するようなことがない。以下、このことを図5を用いて説明する。

【0024】図5(図3と共通する記号はそのまま用いている)に示すように、固体浸レンズ12の最下点Pから水平にXだけずれた位置にある底面上の点をP1とすると、点Qと点P1とを結ぶ線分と垂線Lとのなす角度 θ は $\theta = \sin^{-1}(X/R)$ となる。ここで、点Pと点P1の光磁気ディスク2表面からの距離の差 Δ は、図から明らかなように $\Delta = R(1 - \cos \theta)$ となる。これは角度 θ が非常に小さいときには近似的に $\Delta \approx R\theta^2/2$ で表すことができる。このため、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2表面とが所定の離間距離mを保つという条件から許容される固体浸レンズ12に対する光磁気ディスク2の傾き角度 θ_1 は $\theta_1 \approx \theta$ として、 $m > \Delta$ より求められる。ここで、例えば固体浸レンズ12の直径が1.0mm(半径 $r = 0.5$ mm)であり、底面形状の曲率半径Rが5.0mmであれば、所定の離間距離mが50nmであるときには $\theta_1 < 4.5$ mradとなる。これは、前述した固体浸レンズの底面が平面である場合の0.1mradに対して45倍もの余裕があることを意味している。

【0025】ここで、固体浸レンズ12の底面が球面形状であることから、固体浸レンズ12と光磁気ディスク2表面とが完全な平行を保っている場合であっても、上記点P1においては $R(1 - \cos \theta) = R(1 - \cos(\sin^{-1}(X/R))) \approx X^2/2R$ だけディスク2表面から離れてしまうが、一般に数 μ m程度の視野(集光スポット径)を考えた場合にはこの影響は非常に小さい。例えば、上記の例において視野を $\phi 20 \mu$ m($X = 10 \mu$ m)にとった場合でも10nm程度であり、特に問題とはならない。更に、底面が球面に加工された場合は、加工の際に誤差が生じたとしても、両球面の中心を結ぶ線を新たな光軸とすることで、全く加工誤差が無かったものと同様になる。

【0026】このように本発明においては、固体浸レン

ズ 12 の底面が下方に凸の球面形状になっているので、固体浸レンズ 12 と光磁気ディスク 2 とが非平行状態になった場合であってもレンズ 12 の周辺部がディスク 2 表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズ 12 の底面が平面である従来の場合よりも両部材 12、2 は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズ 12 と光磁気ディスク 2 との離間距離を適正に保ちつつ両部材 12、2 の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができるので、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。またこのため、本発明に係る光ヘッド 10 を備える光記録再生装置は安価に製作することができる。

【0027】これまで本発明に係る光ヘッド及び光記録再生装置について説明してきたが、本発明の範囲は上記実施形態に示したものに限られない。例えば、固体浸レンズ 12 の形状は半球型に限られず超半球型等であってもよい。また、本発明に係る光ヘッドは上記構成の光記録再生装置に限られず、他の構成の光記録再生装置にも搭載可能である。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光ヘッドにおいては、固体浸レンズの底面が記録再生光の光軸付近（固体浸レンズの中心部）ほど下方に突出した形状になっているので、固体浸レンズと記録媒体とが非平行状態になった場合であってもレンズの周辺部が記録媒体表面に極端に近接するようなことはなく、固体浸レンズの底面が平面である従来の場合よりも両部材は干渉しにくくなる。このため、固体浸レンズと記録媒体との離間距離を適正に保ちつつ両部材の非平行度を許容できる範囲を大きくすることができるので、工作・組立精度の面から製作コストを低減することが可能となる。

【0029】また、本発明に係る光記録再生装置は、記

録媒体を保持して平面運動させる媒体駆動機構と、上記光ヘッドと、この光ヘッドを保持するヘッドアームと、光ヘッドを記録媒体の平面運動方向と交差する方向に移動させるようにヘッドアームを駆動するアーム駆動機構とを有して構成されるが、上記の光ヘッドを用いることにより安価に製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る光ヘッドを備えた光記録再生装置の構成を示す正面概略図である。

【図 2】上記光記録再生装置の構成を示す平面概略図である。

【図 3】固体浸レンズの形状を説明する拡大側面図である。

【図 4】上記光記録再生装置を構成する微動アクチュエータを示す斜視図である。

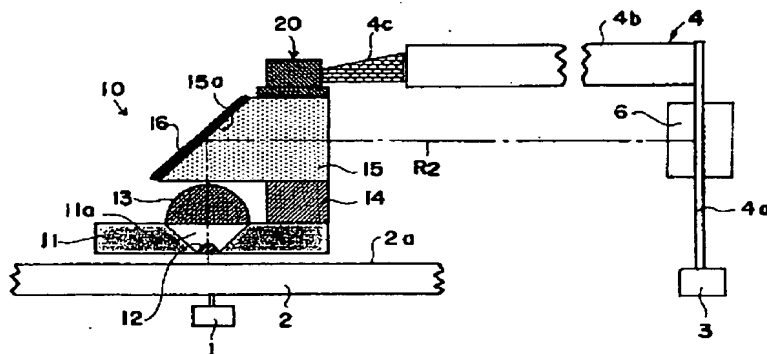
【図 5】本発明の効果を説明するための固体浸レンズ近傍を示す側面図である。

【図 6】従来の光記録再生装置に用いられる光ヘッドの構成の一部を示す側面概略図であり、(a) は半球型の固体浸レンズを用いた場合、(b) は超半球型の固体浸レンズを用いた場合の例である。

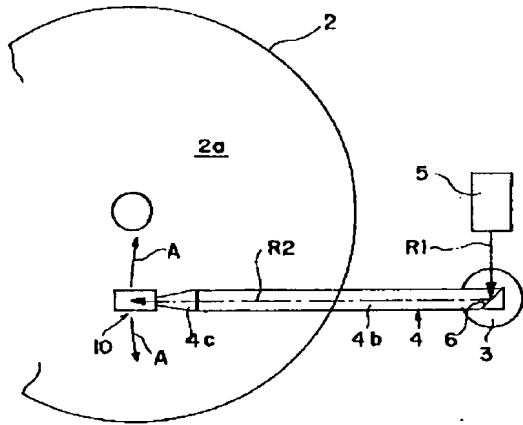
【符号の説明】

- | | |
|----|--------------------|
| 1 | スピンドルモータ（媒体駆動機構） |
| 2 | 光磁気ディスク（記録媒体） |
| 2a | 記録膜 |
| 3 | ボイスコイルモータ（アーム駆動機構） |
| 4 | ヘッドアーム |
| 5 | 光照射装置（光源） |
| 10 | 光ヘッド |
| 11 | スライダ |
| 12 | 固体浸レンズ |
| 13 | 対物レンズ |

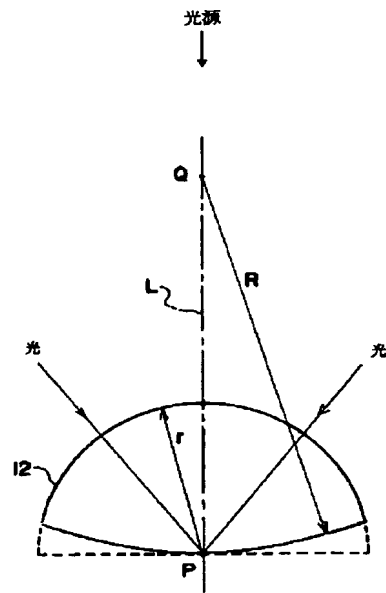
【図 1】



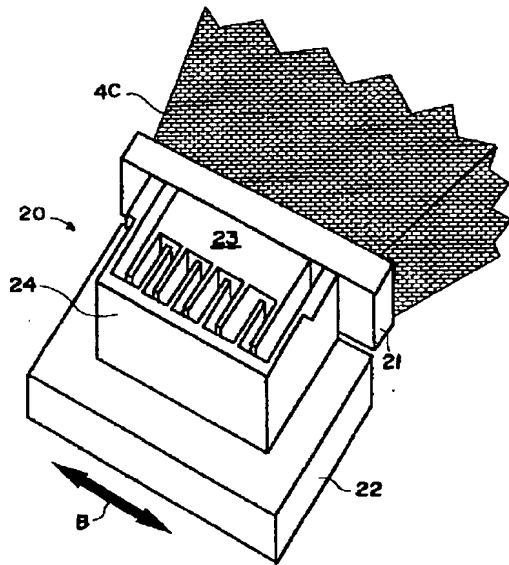
【図2】



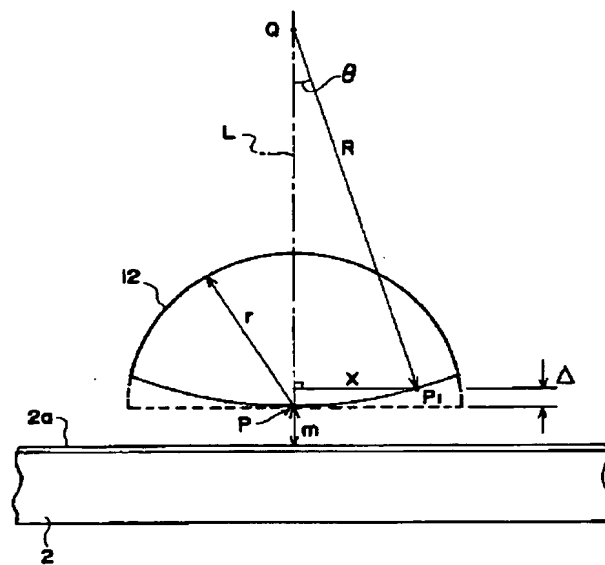
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

